

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201610018

引文格式: 卓桑, 乔雪, 杨子明, 等. 千斤拔多糖对小鼠免疫功能的调节作用 [J]. 广西植物, 2017, 37(9):1213-1218

ZHUO S, QIAO X, YANG ZM, et al. Effects of *Flemingia* polysaccharide on modulating immune function in mice [J]. *Guihaia*, 2017, 37(9): 1213-1218

千斤拔多糖对小鼠免疫功能的调节作用

卓桑¹, 乔雪², 杨子明³, 陆玉婷¹, 秦海洸^{2*}

(1. 广西科技大学 医学院, 广西 柳州 545005; 2. 山东中医药高等专科学校, 山东 烟台 264199; 3. 广西植物

功能物质研究与利用重点实验室 广西壮族自治区 广西植物研究所, 广西 桂林 541006)
中国科学院

摘要: 为研究千斤拔多糖对正常及免疫低下小鼠免疫功能的调节作用, 该研究选用 SPF 级 BALB/c 小鼠, 免疫抑制小鼠采用隔天皮下注射环磷酰胺 (40 mg · kg⁻¹) 5 次, 通过测定脾脏、胸腺质量及计算脏器指数, 采用碳粒廓清法计算单核巨噬细胞吞噬功能, 在鸡红细胞免疫后测定小鼠血清溶血素抗体水平, 同时观察高、低剂量千斤拔多糖 (剂量分别为 500、1 000 kg · d⁻¹) 对正常小鼠及免疫低下小鼠免疫调节的影响。结果表明: 千斤拔多糖高、低剂量组对正常及免疫低下小鼠均有不同程度的增加脾脏指数、胸腺指数的作用; 千斤拔多糖高、低剂量组对正常及免疫低下小鼠均能提高廓清指数, 但没有统计学意义; 千斤拔多糖高剂量组对正常及免疫低下小鼠的血清溶血素抗体水平都有显著提高。这说明千斤拔多糖能有效提高正常及免疫低下小鼠免疫功能的作用。

关键词: 千斤拔, 多糖, 环磷酰胺, 免疫低下, 免疫调节

中图分类号: Q946.3, R285.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2017)09-1213-06

Effects of *Flemingia* polysaccharide on modulating immune function in mice

ZHUO Shen¹, QIAO Xue², YANG Zi-Ming³, LU Yu-Ting¹, QIN Hai-Guang^{2*}

(1. *Guangxi University of Science and Technology*, Liuzhou, 545005, Guangxi, China; 2. *Shandong College of Traditional*

Chinese Medicine, Yantai 264199, Shandong, China; 3. *Guangxi Key Laboratory of Functional Phytochemicals*

Research and Utilization, *Guangxi Institute of Botany*, *Guangxi Zhuang Autonomous Region and*

Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, Guangxi, China)

Abstract: To study the immunoregulatory activity of *Flemingia* polysaccharide on immuno compromised by cyclophosphamide and normal mice. We measured thymus, spleen and calculated the visceral index; measured mononuclear-mac-

收稿日期: 2016-12-06 修回日期: 2017-03-09

基金项目: 山东中医药高等专科学校科研启动基金 (GXL201501); 广西教育厅一般资助项目 (2013YB289); 广西卫生厅自筹经费科研课题 (Z2012602); 广西植物功能物质研究与利用重点实验室主任基金 (FPRU2014-8); 广西科技大学科学基金 (校科医 1307201); 广西自然科学基金 (2015GNSFBA139120) [Supported by the Fund from Shandong College of Traditional Chinese Medicine (GXL201501); Guangxi Education Department (2013YB289); Health Department of Guangxi (Z2012602); Guangxi Key Laboratory of Functional Phytochemicals Research and Utilization (FPRU2014-8); Guangxi University of Science and Technology Science Foundation (1307201); Guangxi Natural Science Foundation (2015GNSFBA139120)].

作者简介: 卓桑 (1975-), 女, 广西来宾人, 硕士研究生, 从事中药药效与理论研究, (E-mail) 411258824@qq.com.

* **通信作者:** 秦海洸, 博士, 教授, 主要从事中医外科学、临床中药学、方剂学的教学和科研及临床工作, (E-mail) qhgwhy@126.com.

rophage phagocytic function by the Carbon Grain Kuo Clear Law; measured the level of serum hemolysin after erythrocyte immune, to observe the effect of the high and low dose of *Flemingia* polysaccharide (doses of 500, 1 000 $\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$) on the normal SPF BALB/c mice. We injected cyclophosphamide (40 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) five times subcutaneously every other day to lead to the immunosuppression mice. We measured thymus, spleen and calculated the visceral index; measured mononuclear-macrophage phagocytic function by the Carbon Grain Kuo Clear Law; measured the level of serum hemolysin after erythrocyte immune, observe the effect of the high and low dose of *Flemingia* polysaccharide on the immunocompromised SPF BALB/c mice. High and low dose of *Flemingia* polysaccharide could increase index of immune organs, carbon clearance capacity in varying degrees ($P < 0.05$ or $P < 0.01$), and could also enhance the clearance index on normal and immunocompromised mice, but it have no significance, and could increase antibody of serum hemolysin significantly ($P < 0.05$ or $P < 0.01$) as well. These indicate that *Flemingia* polysaccharide can obviously enhance the immune function in normal and immuno compromised mice.

Key words: *Flemingia*, polysaccharide, cyclophosphamide, immunocompromised, immunoregulatory

千斤拔为豆科植物绣毛千斤拔 (*Flemingia feruginea*), 大叶千斤拔 (*F. macrophylla*) 或蔓性千斤拔 (*F. philippinensis*) 的干燥根, 主要分布于华南、华中、西南等地, 为广西地道药材, 是广西少数民族壮族及瑶族常用药材 (韦裕宗, 1991)。千斤拔广泛用于治疗腰肌劳损、阳痿、遗精、风湿痹痛、腰腿痛、风湿关节炎、妇科病、乳房疾病等病痛 (吴征镒, 1991)。在前期的研究中, 千斤拔水煎剂对正常小鼠的脾脏指数、胸腺指数、单核巨噬细胞吞噬功能、血清溶血素抗体生成均具有增强的作用, 表明千斤拔水煎剂具有较好的增强小鼠免疫力作用 (卓桑等, 2014)。随着多糖研究的深入, 多糖的多种生物活性被发现, 如抗氧化、抗肿瘤、抗炎、抗辐射、抗凝血、保肝降酶、保湿、降血糖、免疫调节等 (薛丹等, 2014; Schepetkin & Quinn, 2006; Tao & Tian, 2006; Ge et al, 2009)。

近年来, 崔倩倩等 (2015) 的研究结果证实了植物多糖能够激活免疫系统发挥免疫调节作用。有文献报道, 赤霉素多糖有显著提高免疫抑制小鼠免疫功能的作用 (赵波等, 2010)。杜仲叶多糖能在一定程度上提高小鼠腹腔巨噬细胞的廓清能力、吞噬速度及血清中溶血素的含量, 提高胸腺和脾脏系数, 提高小鼠机体免疫能力 (叶颖霞等, 2015)。鉴于前期发现千斤拔具有提高免疫力的作用, 那么千斤拔多糖是否是千斤拔提高免疫力的有效成分? 对此开展进一步的研究。因此, 本文主要研究了不同剂量的千斤拔多糖对正常小鼠及免疫抑制低下小鼠免疫功能的作用。

1 材料与方 法

1.1 材 料

1.1.1 动物 BALB/C 小鼠, 体重 18~22 g, SPF 级, 购置湖南斯莱克景达实验动物有限公司, 生产许可证号: SCXK(湘)2009-0004。

1.1.2 仪器 TGL-16R 型高速台式离心机 (珠海黑马公司), METTLER-AT200 电子天平 (梅特勒-托利多仪器上海有限公司), RT-9100 型半自动生化分析仪 (深圳雷杜生命科学股份有限公司)。

1.1.3 药物 千斤拔, 购自广西玉林药材市场 [经广西中医药大学刘寿养教授鉴定为宽叶千斤拔 (*Flemingia latifolia*)] ; 印度墨汁 (批号: 20140706), 青岛海博生物; 环磷酰胺 (批号: 20140706), SIGMA 公司。

1.2 方 法

1.2.1 药品制备 环磷酰胺注射液: 用生理盐水配制 4 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的环磷酰胺注射液, 现用现配。

5% 鸡红细胞悬液: 取健康鸡的全血于抗凝试管中, 于 1 000 $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 离心 10 min, 弃去上清液, 用生理盐水洗涤红细胞 2~3 次。取 0.5 mL 鸡红细胞用生理盐水定容至 10 mL, 即得 5% 鸡红细胞悬液。

补体: 市售健康豚鼠, 动脉取血, 4 000 $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 离心 10 min, 取血清, 用生理盐水配制制成 10% 的豚鼠血清溶液, 待用。墨水: 印度墨汁用生理盐水稀释 5 倍, 于 4 $^{\circ}\text{C}$ 冰箱保存备用。

1.2.2 千斤拔多糖的制备 取千斤拔干燥药材, 用 10 倍体积的蒸馏水浸泡 1 h, 加热煮沸 2.5 h, 趁热过

滤,残渣再加6倍体积的蒸馏水,加热煮沸1h,合并2次滤液,浓缩至原体积的1/10备用,采用sevag法脱蛋白,加入25 mL Sevage试剂(氯仿与正丁醇体积比为4:1),萃取3次,加入两倍体积的无水乙醇,弃上清液,浓缩,冷冻干燥备用,测其多糖纯度为78%。用此千斤拔多糖干燥品用蒸馏水配制成25、50 mg·mL⁻¹。

1.2.3 实验设计

1.2.3.1 正常小鼠免疫器官重量的测定 小鼠30只,随机分为3组(每组10只):正常组、千斤拔多糖低剂量组(500 mg·kg⁻¹)、千斤拔多糖高剂量组(1 000 mg·kg⁻¹)。连续灌胃给药21 d(正常组和模型组给予等体积水),禁食24 h,称体重,脱颈椎处死,取脾脏、胸腺和肝脏,称重,计算脏器指数,公式如下:胸腺指数=胸腺质量(mg)/小鼠体重(g),脾脏指数=脾脏质量(mg)/小鼠体重(g),肝脏指数=肝脏质量(mg)/小鼠体重(g)(姜琛璐等,2013)。

1.2.3.2 正常小鼠单核巨噬细胞吞噬功能的测定 分组及给药如1.2.3.1,给药第21天后,禁食不禁水,称体重,每只小鼠尾静脉注射印度墨汁(10 mL·kg⁻¹),于注射后2 min(t₁)和12 min(t₂),分别从眼内眦静脉丛取血20 μL,并将其溶于2.0 mL 0.1% Na₂CO₃溶液中,静置10 min后,于680 nm处测吸光度值(A)。二次采血后将小鼠脱颈椎处死,称肝脏、脾脏重量。细胞吞噬功能用廓清指数K值和校正廓清指数α值表示,公式如下:K=(logA₁-logA₂)/(t₂-t₁);α=(肝+脾)质量×K⁻³。

1.2.3.3 正常小鼠血清溶血素抗体形成的测定 分组及给药如1.2.3.1,从给药第7天开始,每鼠通过腹腔注射方式给予5%鸡红细胞(CRBC)悬液0.2 mL进行免疫,连续7 d。免疫7 d后,小鼠继续灌胃给药7 d,末次给药后,禁食不禁水,称体重,摘眼球取血,3 000 r·min⁻¹分离血清,用生理盐水稀释100倍。取稀释血清1 mL(其中空白对照以1 mL生理盐水代替),与5% CRBC 0.5 mL、10%补体0.5 mL混合,在37℃水浴30 min,置0℃冰浴10 min终止反应,离心后取上清液,于540 nm处测定OD值,以OD值读数作为判定血清溶血素的指标。

1.2.3.4 免疫力低下小鼠免疫器官重量的测定 小鼠40只,随机分为4组(每组10只):空白组、模型组、千斤拔多糖低剂量组(500 mg·kg⁻¹)、千斤拔多糖高

剂量组(1 000 mg·kg⁻¹)。连续灌胃给药21 d(正常组和模型组给予等体积水),空白组小鼠隔天皮下注射生理盐水(0.1 mL·10 g⁻¹),其他组小鼠隔天皮下注射环磷酸胺注射液(0.1 mL·10 g⁻¹),注射5次,禁食不禁水,称体重,脱颈椎处死,取胸腺、肝脏、脾脏,称重,计算脏器指数,公式如下:胸腺指数=胸腺质量(mg)/小鼠体重(g);脾脏指数=脾脏质量(mg)/小鼠体重(g);肝脏指数=肝脏质量(mg)/小鼠体重(g)。

1.2.3.5 对免疫力低下小鼠单核巨噬细胞吞噬功能的测定 分组、造模及给药同1.2.3.4,方法如1.2.3.2。

1.2.3.6 对免疫力低下小鼠血清溶血素抗体形成的测定 分组、造模及给药同1.2.3.4,方法如1.2.3.3。

1.3 数据统计分析

测定结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用SPSS17.0软件对结果进行t检验分析。P<0.01或P<0.05均为具有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 千斤拔多糖对正常小鼠免疫器官质量的影响

表1显示,千斤拔多糖高、低剂量组的体重和肝脏指数与空白组比较,均无显著性差异,对于胸腺指数及脾脏指数,千斤拔多糖高、低剂量组和空白组相比较有显著性增加(P<0.01),具有统计学意义,说明千斤拔多糖可以增加胸腺和脾脏的重量。

2.2 千斤拔多糖对正常小鼠单核巨噬细胞吞噬功能的影响

表2表明,千斤拔多糖高、低剂量组的廓清指数K值及校正廓清指数α值较空白组无明显的变化,无统计学意义,但较空白组有增加的趋势。

2.3 千斤拔多糖对鸡红细胞致正常小鼠血清溶血素抗体形成的影响

由表3可知,与空白组相比,千斤拔多糖高剂量组的吸光度显著性高于空白组(P<0.01),说明千斤拔多糖增加了小鼠的血清溶血素抗体的形成,而千斤拔低剂量组对空白组小鼠的血清溶血素抗体的形成没有显著的提高。

2.4 千斤拔多糖对免疫力低下小鼠免疫器官质量的影响

由表4可知,模型组小鼠的体重、胸腺指数、脾脏指数及肝脏指数和空白组相比显著性减小(P<

表 1 千斤拔多糖对正常小鼠免疫器官指数的影响

Table 1 Effects of *Flemingia* polysaccharide on immune organ indexes in mice ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

组别 Group	体重 Body weight (g)	胸腺指数 Thymus index (mg · g ⁻¹)	脾脏指数 Spleen index (mg · g ⁻¹)	肝脏指数 Liver index (mg · g ⁻¹)
空白组 Control group	22.630 ± 0.751	1.914 ± 0.027	3.425 ± 0.414	42.338 ± 0.549
低剂量组 Low dose group	22.350 ± 1.046	2.239 ± 0.024 **	4.680 ± 0.325 **	42.781 ± 0.306
高剂量组 High dose group	23.010 ± 1.010	2.413 ± 0.050 **	5.346 ± 0.229 **	42.519 ± 0.842

注: 与空白组比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。下同。

Note: Compared with control group, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$. The same below.

表 2 千斤拔多糖对正常小鼠单核吞噬细胞吞噬功能的影响

Table 2 Effects of *Flemingia* polysaccharide on mononuclear-macrophage phagocytic function in mice ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

组别 Group	廓清指数 K 值 Clearance index K	校正廓清指数 α 值 Clearance index α
空白组 Control group	25.835 ± 11.054	3.841 ± 0.789
低剂量组 Low dose group	31.282 ± 11.445	4.152 ± 0.980
高剂量组 High dose group	32.721 ± 11.238	4.291 ± 0.683

表 3 千斤拔多糖对正常小鼠血清溶血素抗体形成的影响

Table 3 Effects of *Flemingia* polysaccharide on level of serum hemolysin after erythrocyte immune in mice ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

组别 Group	吸光度值 OD
空白组 Control group	0.269 ± 0.166
低剂量组 Low dose group	0.280 ± 0.184
高剂量组 High dose group	0.667 ± 0.687 **

多糖高剂量组较模型组显著性增加小鼠的肝脏指数 ($P < 0.05$)。

2.5 千斤拔多糖对免疫力低下小鼠单核巨噬细胞吞噬功能的影响

表 5 表明,模型组的廓清指数 K 值及校正廓清指数 α 值明显低于空白组 ($P < 0.01$)。因此,模型组的小鼠单核巨噬细胞吞噬能力显著低于空白组,造模成功;而千斤拔多糖高、低剂量组小鼠较模型组小鼠的廓清指数 K 值及校正廓清指数 α 值没有显著性变化,无统计学意义。

2.6 千斤拔多糖对鸡红细胞致免疫力低下小鼠血清溶血素抗体形成的影响

表 6 显示,模型组的吸光度显著性的低于空白组,说明小鼠血清溶血素抗体含量低于空白组,生成的抗体变少,免疫力下降,造模成功,而千斤拔多糖高剂量组则显著高于模型组 ($P < 0.01$),千斤拔多糖低剂量组则无统计学意义,但有增加的趋势。

3 讨论与结论

环磷酰胺在体内对异常细胞有杀伤作用的同时,其对体液免疫和细胞免疫均有抑制作用,环磷酰胺对 B 细胞的作用更显著,对于受抗原刺激进入分裂时的 B 细胞和 T 细胞有相同的作用(韦风华, 2013)。本研究采用隔天皮下注射环磷酰胺的方法,结果显示小鼠的免疫器官指数,廓清指数及血清溶血素抗体的生成有明显的降低。因此,此方法造模成功。机体的免疫系统由免疫细胞、免疫活性

0.01);千斤拔多糖高、低剂量组较模型组均显著性提高小鼠的胸腺指数及脾脏指数 ($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$),均具有统计学意义。对于肝脏指数,千斤拔

表 4 千斤拔多糖对免疫力低下小鼠免疫器官质量的影响

Table 4 Effects of *Flemingia* polysaccharide on immune organ indexes in immunocompromised mice ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

组别 Group	体重 Body weight (g)	胸腺指数 Thymus index (mg · g ⁻¹)	脾脏指数 Spleen index (mg · g ⁻¹)	肝脏指数 Liver index (mg · g ⁻¹)
空白组 Control group	20.830 ± 0.943	1.226 ± 0.663	7.756 ± 0.571	43.598 ± 0.613
模型组 Model group	20.540 ± 1.302 ^{△△}	1.082 ± 0.410 [△]	4.298 ± 2.287 ^{△△}	41.857 ± 0.633 ^{△△}
低剂量组 Low dose group	20.930 ± 0.699	1.426 ± 0.300 *	6.521 ± 3.463 **	41.204 ± 0.704
高剂量组 High dose group	20.620 ± 1.307	1.613 ± 0.347 **	6.979 ± 0.683 **	42.864 ± 0.526 *

注: 与正常对照组比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; 与模型组比较, [△] $P < 0.05$, ^{△△} $P < 0.01$ 。下同。

Note: Compared with control group, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; Compared with model group, [△] $P < 0.05$, ^{△△} $P < 0.01$. The same below.

表 5 千斤拔多糖对免疫力低下小鼠单核巨噬细胞吞噬功能的影响

Table 5 Effects of *Flemingia* polysaccharide on mononuclear-macrophage phagocytic function in immunocompromised mice ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

组别 Group	廓清指数 K 值 Clearance index K	校正廓清指数 α 值 Clearance index α
空白组 Control group	25.835 ± 11.054	7.047 ± 0.078
模型组 Model group	20.448 ± 10.583 ^{△△}	5.115 ± 0.076 ^{△△}
低剂量组 Low dose group	20.982 ± 11.445	5.160 ± 0.028
高剂量组 High dose group	21.721 ± 17.238	6.048 ± 0.455

表 6 千斤拔多糖对免疫力低下小鼠血清溶血素抗体形成的影响

Table 6 Effects of *Flemingia* polysaccharide on level of serum hemolysin after erythrocyte immune in immunocompromised mice ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

组别 Group	吸光度值 OD
空白组 Control group	0.220 ± 0.090
模型组 Model group	0.090 ± 0.030 [△]
低剂量组 Low dose group	0.142 ± 0.033
高剂量组 High dose group	0.468 ± 0.155 **

物质和免疫器官组成,其中免疫器官分为中枢及外周免疫器官,其重量的多少往往意味着机体淋巴细胞的增殖与否,直接体现了非特异性免疫应答的强弱(姜琛璐等,2013;Xiong et al, 2013)。在本研究中,正常小鼠的胸腺指数及脾脏指数均有明显的提高,而小鼠的体重没有显著的变化,可见,小鼠的胸腺和脾脏的重量有了明显的增重,同样,给药组小鼠胸腺及脾脏的重量较模型组均有明显的提高,因此,千斤拔多糖可以通过非特异性免疫提高正常小鼠的免疫功能。本研究还测定了肝脏指数,千斤拔多糖对于正常小鼠的肝脏无显著性差别,但是对于免疫抑制小鼠,千斤拔多糖可以使其肝脏有所增重,因此千斤拔多糖是否有保肝的作用还有待于后面的实验研究。单核巨噬细胞吞噬功能实验属于细胞免疫,碳廓清实验结果以廓清率来判定,廓清率愈大,吞噬功能愈强,反之则弱(杨廷彬和尹学念,1994)。本研究结果虽无统计学意义,但其廓清指数较空白组或模型组有升高的趋势,千斤拔多糖是否可以提高正常或免疫抑制小鼠的吞噬功能还需后面的验证实验。血清中溶血素实验属于体液免疫,经鸡红细胞免疫的实验动物,可产生抵抗鸡红细胞抗体,如果把这种抗体在体外与补体、鸡红细胞一起温育,可以使鸡红细胞溶解,释放出血红蛋白,从而使溶液成红色,通过测定溶液颜色的深浅,可反映鸡红细胞溶出量的多少,而红细胞溶出量的多少与血清中抗体含量有关,从而可间接判断血清中抗体形成的数量(骆和生,1999)。本研究结

果表明,千斤拔多糖较空白组或模型组可以提高吸光度,增加血清中抗鸡血红细胞的抗体,说明千斤拔多糖可以通过体液免疫来增加正常和免疫抑制小鼠溶血素抗体。

综上所述,千斤拔多糖可以通过提高正常及环磷酸胺所致的免疫力低下小鼠的免疫器官指数和血清溶血素抗体的生成,来增强正常及免疫抑制小鼠的免疫功能。这说明千斤拔多糖是其提高免疫力的有效成分,为后面千斤拔的开发利用提供了参考。

参考文献:

- CUI QQ, ZHOU ZY, LIU CQ, et al, 2015. Development in plant-derived polysaccharides as immune adjuvant research [J]. *Lishizhen Med Mat Med Res*, 26(4): 970-972. [崔倩倩, 周志勇, 刘朝奇, 等. 2015, 植物多糖作为免疫佐剂的研究进展 [J]. *时珍国医国药*, 26(4): 970-972.]
- GE Y, DUAN YF, FANG GZ, et al, 2009. Study on biological activities of *Physali salkekengi* var. *francheti* polysaccharide [J]. *J Sci Food Agric*, 89(9): 1593-1601.
- JIANG SL, TANG C, SAI Y, et al, 2013. Immunoregulation effect of astragalus polysaccharides [J]. *Food sci*, 34(11): 327-332. [姜琛璐, 汤承, 骞宇, 等. 2013. 黄芪多糖免疫调节作用研究进展 [J]. *食品科学*, 34(11): 327-332.]
- LUO HS, 1999. The immune pharmacological and clinical immune chinese materia medica; traditional chinese medicine [M]. Beijing: Beijing medical university joint publishing house of beijing union medical college; 264. [骆和生, 1999. 免疫中药学: 中药免疫药理与临床 [M]. 北京: 北京医科大学北京协和医科大学联合出版社; 264.]
- SCHEPETKIN IA, QUINN MT, 2006. Botanical polysaccharides: Macrophage immunomodulation and therapeutic potential [J]. *Intern Immarmacol*, 6(3): 317-325.
- TAO YW, TIAN GY, 2006. Studies on the physicochemical properties, structure and an titum or activity of polysaccharide YhPS-I from the root of *Cordalisyanhusuo* Wang [J]. *Chin J Chem*, 24(2): 235-241.
- WEI FH, 2013. Research progress of clinical application of cyclophosphamide [J]. *Chin Pharm*, 27(3): 324-326. [韦风华, 2013. 环磷酸胺临床应用研究进展 [J]. *中国药事*, 27(3): 324-326.]
- WEI YS, 1991. The classification and distribution of the genus *Flemingia* roxb. ex ait. in China [J], *Guihaia*, 11(3): 198-204. [韦裕宗, 1991. 中国千斤拔属植物的初步研究 [J]. *广西植物*, 11(3): 198-204.]
- WU ZY, 1991. *Xinhua medica outline* [M]. Shanghai: Shanghai scientific and technical publishers; 229. [吴征镒, 1991. *新华本草纲要* [M]. 上海: 上海科学技术出版社; 229.]
- XIONG Q, JIAO Y, ZHAO X, et al, 2013. Purification, characterization and immunostimulatory activity of polysaccharide from *Cipangopaludina chinensis* [J]. *Carbohydr Polym*, 98(1): 217-223.
- XU XZ, RAO H, CAI XF, et al, 2013. Study on extraction of *eucommia ulmoides* oliv polysaccharide and effects of immune function in the mouse [J]. *Lishizhen Med Mat Med Res*, 24(3): 541-542. [徐贤柱, 饶华, 蔡险峰, 等. 2013. 杜仲叶多糖提取及对小鼠免疫功能影响研究 [J]. *时珍国医国药*, 24(3): 541-542.]
- XUE D, HUANG DD, HUANG GH, et al, 2014. The research progress of plant polysaccharides extraction purification [J]. *J Chin Med Mat*, 37(1): 157-161. [薛丹, 黄豆豆, 黄光辉, 等. 2014. 植物多糖提取分离纯化的研究进展 [J]. *中药材*, 37(1): 157-161.]
- YANG TB, YIN XN, 1994. *Practical immunology* [M]. Changchun: Changchun Press; 221. [杨廷彬, 尹学念, 1994. *实用免疫学* [M]. 长春: 长春出版社; 221.]
- YE YX, LIN L, ZHAO JX, et al, 2015. Effects of *Eucommia ulmoides* oliv polysaccharide on modulating immune function in the mouse [J]. *J Chin Med Mat*, 38(7): 1496-1498. [叶颖霞, 林岚, 赵菊香, 等. 2015. 杜仲叶多糖对免疫抑制小鼠免疫功能的影响 [J]. *中药材*, 38(7): 1496-1498.]
- ZHAO B, ZHANG YL DONG JM, 2010. Effects of polysaccharide from the fruit of *Thladiantha dubia* bunge on the immune functions of immunosuppressed mice [J]. *Lishizhen Med Mat Med Res*, 21(7): 1627-1629. [赵波, 张玉玲, 佟继铭. 2010. 赤莓果多糖对免疫抑制小鼠免疫功能的影响 [J]. *时珍国医国药*, 21(7): 1627-1629.]
- ZHUO S, CHEN J, QIN HG, et al, 2014. Investigation of the immunity-enhancement capability of the *Flemingia* decoction in mice [J]. *Lishizhen Med Mat Med Res*, (25)11: 2641-2643. [卓燊, 陈君, 秦海洸, 等. 2014. 千斤拔对小鼠免疫功能的调节作用 [J]. *时珍国医国药*, (25)11: 2641-2643.]